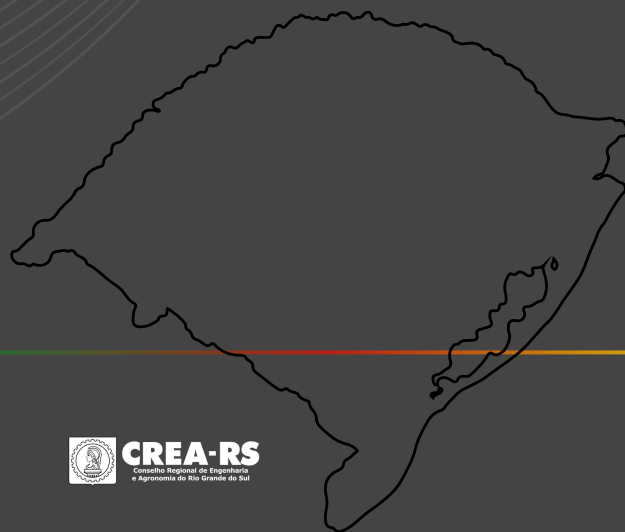


2024

GUIA PARA INSPEÇÃO DE EDIFICAÇÕES APÓS INUNDAÇÕES

Eng. MSc Felipe Schneider de Lima
Eng. PhD Bernardo Tutikian



2024

Guia para

Inspeção de Edificações Após Inundações

Autores:

Eng. MSc Felipe Schneider de Lima

Eng. PhD Bernardo Tutikian

Apoio: Alconpat Brasil, CBIC, CREA-RS e Unisinos.

Edição e Produção: Agência Bigger.





Sumário

1. Apresentação	03
2. Enchentes e Inundações	04
3. Danos típicos em edificações afetadas por inundações	07
3.1 Danos devido a forças hidrostáticas	07
3.2 Danos devido a forças hidrodinâmicas	08
3.3 Danos devido à erosão	11
3.4 Deslizamentos de terra	15
3.5 Danos devido a outras condições geológicas	17
3.6 Instalações elétricas	18
3.7 Danos devido a movimentações higroscópicas	18
4. Procedimento para avaliação de edificações pós inundações	20
4.1 Segurança em inspeções após inundações	20
4.2 Avaliação preliminar de riscos	21
4.3 Procedimento de inspeção	22
Formulário para Inspeção de Edificações Após Inundações	28
Placas de Sinzalização	32
5. Referências Bibliográficas	35

1. Apresentação

As inundações representam um dos desastres naturais que, infelizmente, ocorrem com certa frequência, afetando, anualmente, milhões de pessoas ao redor do mundo. Eventos de grande escala requerem uma resposta rápida e eficaz para garantir a segurança pública e a recuperação estrutural das áreas afetadas.

No início do mês de maio de 2024, o estado do Rio Grande do Sul foi severamente atingido por uma enchente de grandes proporções, resultante de precipitações intensas que ultrapassaram 700 mm em diversas regiões. Esse volume de chuva, significativamente acima da média histórica, fez com que os níveis dos Rios Caí, Sinos, Taquari, Gravataí e Jacuí se elevassem abruptamente, impactando posteriormente o nível do Lago Guaíba que atingiu a cota de elevação histórica de 5,33 metros, bem acima de sua cota de alerta. A inundação se estendeu por cidades afetando ruas, residências, comércios, indústrias e áreas rurais, resultando em inundações extensivas que deixaram um rastro de destruição, afetando diretamente mais de 2 milhões de pessoas e causando prejuízos materiais ainda não calculados quando da publicação deste material.

Diante desse cenário, a inspeção das edificações afetadas pela inundação torna-se uma etapa crucial para garantir a segurança e a habitabilidade das construções afetadas. É essencial avaliar os danos estruturais e verificar a integridade dos sistemas elétricos e hidráulicos para garantir que a população possa voltar a ocupar as edificações em segurança.

Com o propósito de contribuir com os trabalhos de avaliação e recuperação das edificações afetadas, minimizando riscos futuros e contribuindo para a resiliência das comunidades atingidas, Eng. MSc Felipe Schneider de Lima e Eng. PhD Bernardo Tutikian, que atuam na Unisinos, por meio da Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Performance, a ALCONPAT Brasil, a CBIC e Agência Bigger, elaboraram e editaram este Guia para Inspeção de Edificações após Inundações.

Esta publicação tem por objetivo orientar os profissionais da área da construção civil para atuarem de forma oportuna e em conformidade com as normas técnicas vigentes na avaliação de edificações nas áreas atingidas por inundações, fornecendo recursos técnicos que auxiliem os profissionais envolvidos nas atividades de diagnóstico, prognóstico e especificação das medidas técnicas de recuperação das edificações. Nossa expectativa é subsidiar o trabalho e a tomada de decisão dos profissionais envolvidos com a avaliação das edificações, de forma a garantir que as inspeções das edificações ocorram de forma segura e com resultados tecnicamente apropriados.

2. Enchentes e inundações

Ainda que sejam termos frequentemente usados de maneira intercambiável, há distinção técnica entre enchente e inundação. Segundo Castro (1998), o termo enchente se refere ao aumento do nível de água em rios, lagos ou cursos d'água, acima de sua capacidade natural de escoamento, devido a chuvas intensas ou outras fontes de água (degelo, por exemplo), que pode ou não causar uma inundação. Já o termo inundação, ainda conforme Castro (1998), se refere ao transbordamento de água sobre áreas normalmente secas, causado por enchentes. Quando da ocorrência de uma inundação, a água pode se espalhar por grandes áreas atingindo edificações, estradas e outras infraestruturas, resultando frequentemente em danos significativos.

As inundações podem ser classificadas, com base em sua origem e características principais, da seguinte forma:

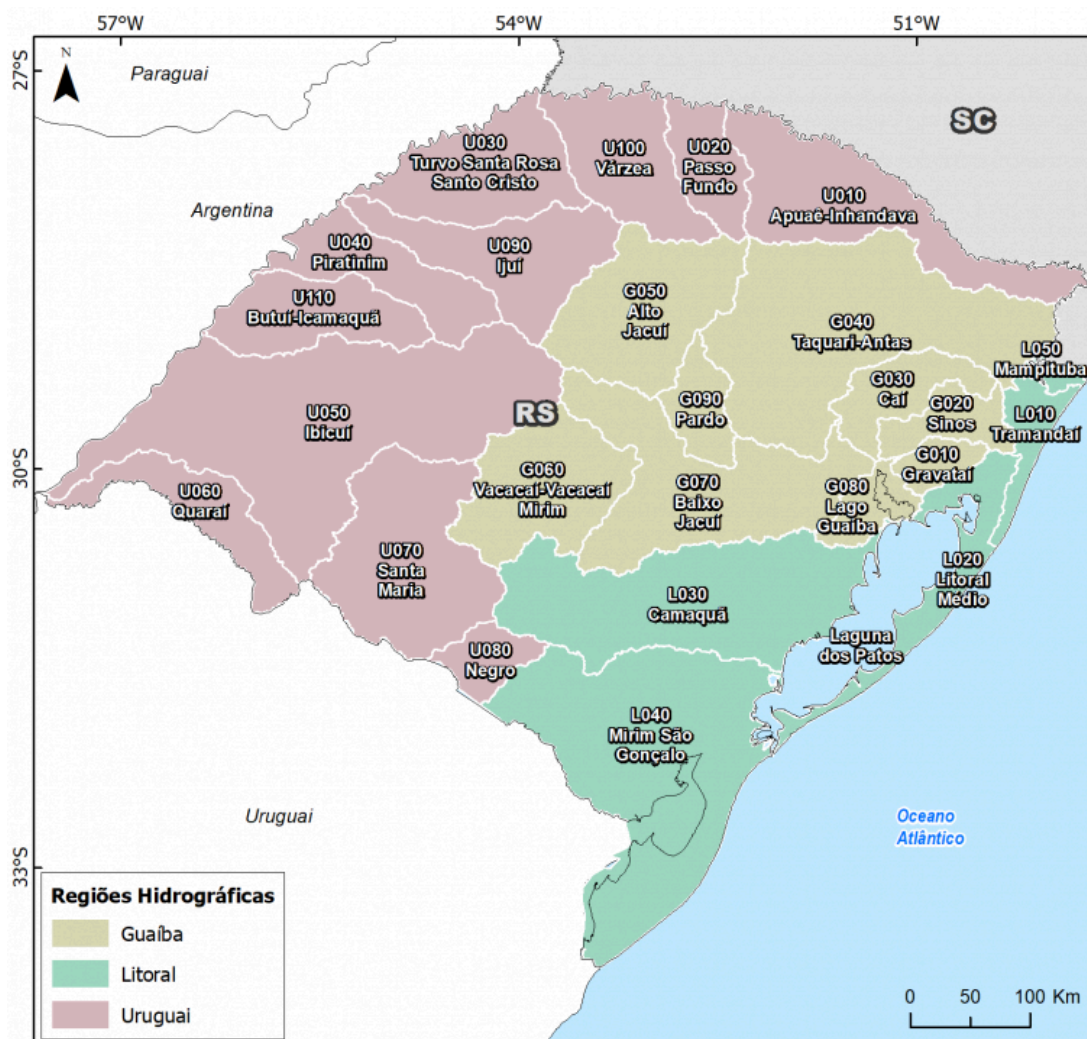
- **Inundação Fluvial:** Ocorre quando o nível da água de um rio excede sua capacidade e transborda, afetando áreas adjacentes. Essas inundações são geralmente associadas a períodos prolongados de chuvas intensas ou derretimento de neve.
- **Inundação em Bacia Fechada:** Acontece em regiões onde a água da chuva se acumula em uma depressão do terreno, sem saída natural, levando ao alagamento da área.
- **Inundação Costeira:** Provocada pelo transbordo do mar em áreas costeiras, frequentemente impulsionada por tempestades ou marés excepcionalmente altas.
- **Deslizamentos de Lama:** São fluxos de lama que ocorrem quando materiais como terra e detritos são mobilizados por uma quantidade significativa de água, geralmente após chuvas intensas, movendo-se rapidamente ladeira abaixo.

Essas categorizações ajudam a entender os mecanismos e potenciais riscos associados a diferentes tipos de inundações, permitindo o desenvolvimento de estratégias mais eficazes especialmente para prevenção, mas também podem fornecer subsídios úteis para as operações de resposta.

De forma geral, o conhecimento de conceitos geográficos e hidrológicos é importante para amparar a atuação do profissional técnico nos trabalhos relacionados às edificações afetadas. Tomando como exemplo o evento extremo ocorrido no Rio Grande do Sul em maio de 2024, diversos fatores devem ser considerados para compreender a maior tragédia socioambiental registrada pelo estado.

O Rio Grande do Sul pode ser segmentado em três regiões hidrográficas: a bacia litorânea, a bacia do Rio Uruguai e a bacia do Guaíba.

Figura 1 – Regiões hidrográficas do Rio Grande do Sul

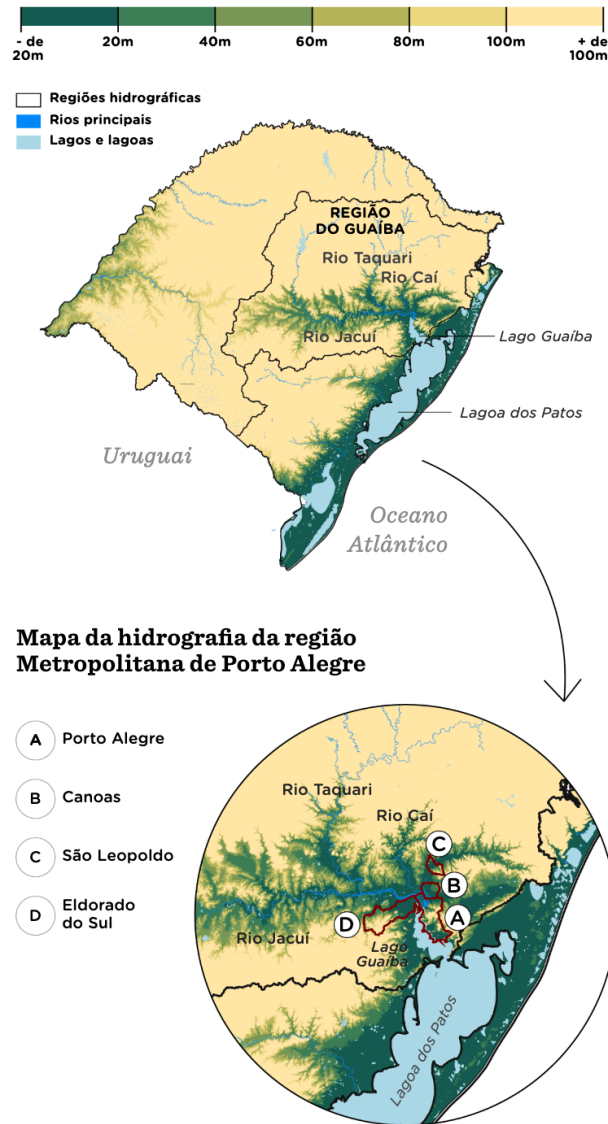


Fonte: h2oje.com

Os rios, cujas nascentes estão localizadas em regiões mais elevadas, tiveram praticamente todas as suas bacias hidrográficas atingidas por precipitações de grande volume. Esse grande volume de água afetou todas as regiões localizadas ao longo dos cursos dos rios, em especial daqueles que formam a bacia hidrográfica do Lago Guaíba, em função de escoarem em alta velocidade por estarem localizados em altitudes elevadas em relação a região metropolitana, onde desaguam.

A região metropolitana de Porto Alegre está localizada em uma planície, sendo local de confluência de cinco rios principais (Taquari-Antas, Gravataí, Sinos, Caí e Jacuí), que escoam as águas de pontos mais altos do estado, como a serra gaúcha. Esse volume de água chega ao lago Guaíba, depois vai para a Lagoa dos Patos para então escoar em direção ao Oceano Atlântico.

Figura 2 – Hidrografia e relevo do Rio Grande do Sul



Fonte: ANA, AWS Terrain Tiles, Defesa Civil do Rio Grande do Sul e NEXO (2024).

Esse volume acumulado culminou em uma inundação fluvial de proporções extremas em toda a região metropolitana de Porto Alegre, ao passo que a cota de elevação do lago Guaíba atingiu a marca recorde de 5,33 metros, sendo 3,00 metros a cota de inundação. Logo, nesta área, os efeitos nas edificações serão decorrentes em sua maioria das forças hidrostáticas e por vezes hidrodinâmicas decorrentes da inundação dos rios e do lago Guaíba.

Já nas regiões mais elevadas como a serra gaúcha, além da inundação nas áreas próximas aos cursos dos rios, ocorreram inúmeros deslizamentos de terra, atingindo casas e rodovias mesmo em cidades localizadas distantes dos principais rios. Nestes locais, os profissionais envolvidos na avaliação de edificações devem dedicar atenção especial aos danos provocados pela erosão e aos deslizamentos de terra, resultados da saturação do solo e geografia íngreme destas regiões.

3. Danos típicos em edificações afetadas por inundações

A severidade dos danos sofridos por uma edificação em consequência de uma inundação varia amplamente, desde a deterioração superficial dos sistemas construtivos causada pela ação da água até o comprometimento estrutural que pode levar ao colapso total da construção. A natureza e extensão dos danos dependem, majoritariamente:

- Da gravidade e duração da inundação;
- O tipo de solo onde se encontra a edificação, considerando seu comportamento em estado saturado e frente ao movimento das águas e à erosão;
- As características da edificação, como dimensões e sistemas construtivos empregados;

Os danos sofridos por uma edificação podem ficar restritos aos elementos construtivos que entram em contato direto com a água da inundação ou podem ocorrer danos de maior extensão caso haja prejuízo ao sistema estrutural, especialmente aos elementos de fundação. Além disso, caso a estrutura tenha sido exposta à ação simultânea do vento ou outra ação dinâmica, bem como tenha sofrido anteriormente com outros eventos, a edificação estará mais suscetível a sofrer danos por conta da inundação.

3.1 Danos devido a forças hidrostáticas

As inundações cujo nível da água sobe lentamente sem que ocorra movimento (correnteza) significativo da água que possa ocasionar ações dinâmicas na edificação, pode, em linhas gerais, causar dois tipos de danos:

- Danos devido à degradação ou contaminação dos elementos e materiais de construção;
- Danos devido às forças hidrostáticas laterais ou verticais.

Os danos devido à degradação ou contaminação decorrem da penetração de água nos elementos construtivos, móveis, eletrodomésticos e vestuário, levando a degradação química e/ou biológica dos componentes construtivos. Já as forças hidrostáticas podem exercer forças horizontais que geram ações sobre a estrutura e elementos como paredes, ou forças verticais, induzindo a “flutuação” da edificação e seus sistemas construtivos.

Figura 3 – Casa de madeira que desprende das fundações por ação de força hidrostática (a) e sistema de cobertura que se desprende e se deslocou da edificação (b).



(a)



(b)

Fontes: GloboNews (2024); SBT (2024)

Em casos críticos, a pressão hidrostática pode desestabilizar as fundações, resultando em recalques diferenciais.

Edificações com fundações profundas são menos suscetíveis às forças verticais hidrostáticas. Da mesma forma, edificações elevadas em relação ao nível térreo com estrutura aporricada em concreto armado (pilares e vigas) normalmente apresentam comportamento estável frente a forças hidrostáticas laterais e verticais. Por outro lado, edificações apoiadas em fundações rasas são mais sensíveis a essas ações, em especial aquelas que utilizam radier como elemento de fundação. Ainda, edificações em alvenaria portante são mais vulneráveis a ações laterais de forças hidrostáticas.

Edificações que possuam subsolos podem estar sujeitas a instabilidades em função de diferenças de nível de água entre a parte externa da edificação e o interior do subsolo, caso as paredes do subsolo e a laje de térreo não possuam resistência suficiente para as ações decorrentes das forças hidrostáticas, laterais (paredes) e verticais (laje). Nessas situações, ainda que a edificação acima do nível térreo esteja íntegra, é fundamental avaliar se a estrutura de subsolo e a laje do nível térreo não apresentam manifestações patológicas estruturais graves.

3.2 Danos devido a forças hidrodinâmicas

A água corrente (fluxo hidráulico) em inundações pode exercer grandes forças laterais em edificações e suas fundações. Em situações mais críticas, tais ações hidrodinâmicas podem arrancar as edificações do solo e seu sistema de fundação.

Figura 4 – Casa arrastada (a) e representação com deslocamento horizontal severo (b) em função de forças hidrodinâmicas:



(a)



(b)

Fonte: Terra (2020) e Christ (2024)

De forma geral, edificações aporricadas em concreto armado e com fundações profundas têm menos suscetibilidade às forças laterais, quando comparadas a edificações leves (*madeira, steel frame, wood frame*) ou em alvenaria portante (alvenaria estrutural), bem como as edificações com fundações rasas.

As forças laterais das ações hidrodinâmicas podem, mesmo que não ocorra colapso instantâneo da estrutura, ocasionar deformações horizontais na edificação e seus elementos construtivos, que posteriormente podem vir a evoluir para a sua ruína.

Em termos de requisitos normativos, as normas pertinentes estabelecem os limites deslocamentos (ABNT NBR 6118:2023, em se tratando de estruturas de concreto armado; ABNT NBR 16868:2020 em edificações de alvenaria estrutural; ABNT NBR 8800:2008 para estruturas de aço e mistas de aço e concreto, etc.). sendo estes valores a serem adotados como referência para identificar se os deslocamentos prejuízos à edificação com caráter de serviço (ELS) ou de segurança (ELU).

Tabela 1 – Deslocamentos limites (ELS) para estruturas de concreto

Tipo de efeito	Elemento	Deslocamento limite
Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Vigas e lajes	L/250
Movimento lateral da edificação	Pilares, paredes	H/1700 e $H_i/850$ entre pavimentos

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (ABNT, 2023)

Tabela 2 – Deslocamentos limites em edificações de alvenaria estrutural

Tipo de efeito		Deslocamento limite
Elementos fletidos em alvenaria	Balanços	L/150, ≤ 10 mm
	Demais casos	L/300, ≤ 10 mm

Fonte: Adaptado de NBR 16868 (ABNT, 2020)

Essas deformações podem ser acompanhadas de fissuras nos elementos estruturais. A ABNT NBR 6118:2023 estabelece uma abertura máxima característica para as fissuras, sob a ótica da durabilidade da estrutura através da oposição ao acesso de agentes agressivos às armaduras.

Tabela 3 – Aberturas máximas de fissuras para elementos em concreto

Tipo de concreto	Exigência	Abertura limite
Concreto armado	ELS-W Wk	$\leq 0,4$ mm
Concreto protendido	ELS-W Wk	$\leq 0,2$ mm

Fonte: Adaptado de NBR 6118 (ABNT, 2023)

Para fins de avaliação da segurança estrutural da edificação, considerando a existência de fissuras nos elementos estruturais, podem ser adotados os critérios propostos por Bolina, Tutikian e Helene (2019).

Tabela 4 – Classificação das aberturas segundo a sua amplitude

Tipo de abertura	Dimensão	Limites da NBR 6118
Microfissura	< 0,2 mm	Sem problemas
Fissura	0,2 a 0,4 mm	Verificar requisitos de durabilidade
Trinca	0,5 a 1,4 mm	Acima dos limites
Rachadura	1,5 a 5,0 mm	
Junta	> 5,1 mm	

Fonte: Bolina, Tutikian e Helene (2019)

A água que se move em alta velocidade também pode danificar as edificações através de detritos projetados contra a edificação, o que pode trazer danos em especial aos sistemas de vedação vertical (paredes). Edificações localizadas em áreas atingidas por grandes profundidades de inundação combinadas com elevada velocidade de escoamento estão mais sujeitas a sofrerem tais danos.

3.3 Danos devido à erosão

A erosão é um processo que ocorre onde o solo é arrastado pela água corrente da inundação, em locais onde há ou não a presença de edificações. Esse processo pode ocorrer de forma superficial, quando o fluxo de água remove a camada superior do solo, o que é comumente observado em áreas sem cobertura vegetal, na qual a água da chuva ou inundação pode fluir rapidamente sobre a superfície, arrastando partículas de solo. O fluxo de água pode acarretar na formação de sulcos, quando o escoamento se concentra em caminhos específicos, agravando a erosão ao longo destes canais. Com o tempo, esses sulcos podem se tornar mais profundos e largos, ameaçando edificações em suas proximidades. O fluxo de água, através do solo saturado, também pode remover solo abaixo da edificação, que serve de suporte para suas fundações.

Os efeitos da erosão do solo nas edificações podem variar de pequenos a graves, a depender da intensidade da erosão e de características da sua edificação, em especial do seu sistema de fundações. Em linhas gerais, como consequência dos processos erosivos pode-se ter recalques na estrutura, que se manifestam através de deslocamentos verticais e horizontais.

Ainda, durante inundações, a saturação rápida do solo pode induzir a liquefação, especialmente em solos arenosos com baixa coesão. Esse processo pode reduzir a capacidade de carga do solo, podendo induzir a ocorrência de recalques.

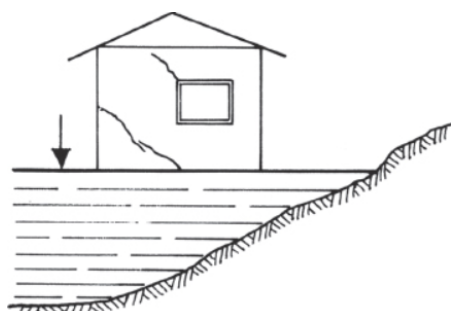
Figura 5 – Fissuras decorrentes de recalque diferencial em edificação atingida



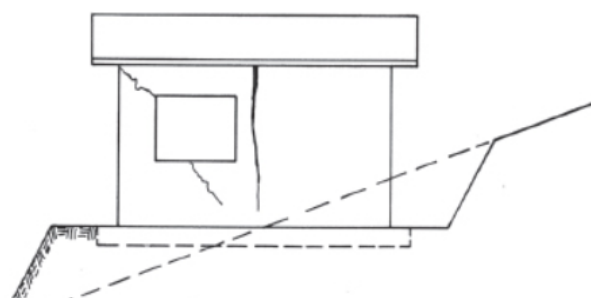
Fonte: Christ (2024)

Segundo Thomaz (2020), geralmente, as fissuras resultantes de recalques diferenciais se apresentam como fissuras inclinadas, com ângulo de cerca de 45° em relação ao plano horizontal e podem ser confundidas com fissuras causadas por flexão. Ainda segundo Thomaz (2020), normalmente, as fissuras oriundas de recalques diferenciais têm abertura maior, exibem esmagamentos localizados em forma de escamas, indicativos das tensões de cisalhamento responsáveis por sua formação. Além disso, em casos de recalques pronunciados, é possível observar uma variação significativa na abertura das fissuras.

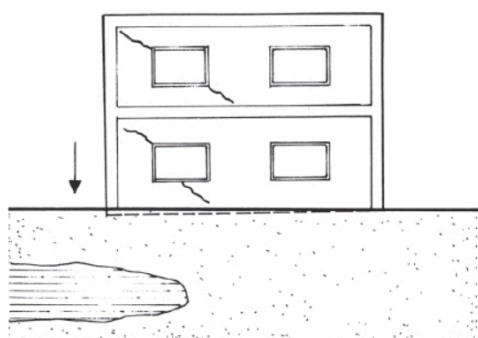
Figura 6 – Configurações típicas de fissuras oriundas de recalques diferenciais



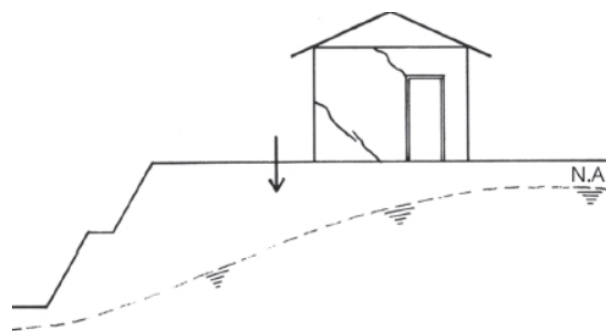
Recalque decorrente de consolidações distintas de aterro



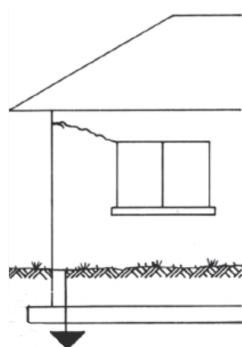
Fundações assentadas sobre seção de corte e aterro; fissuras de cisalhamento



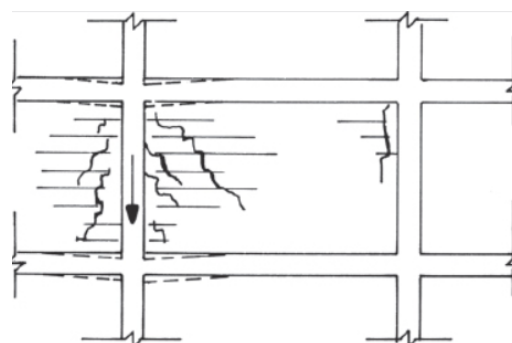
Recalque decorrente de heterogeneidade do solo



Recalque em função de rebaixamento do lençol freático



Fissura provocada por recalque devido a retirada de solo (carreado com a água) abaixo da fundação

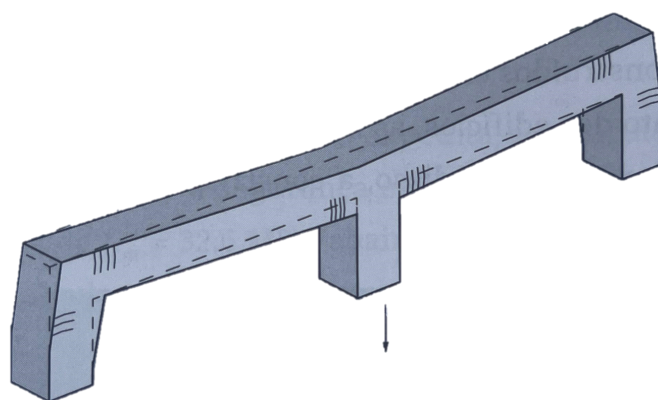


Recalques diferenciados entre pilares: fissuras inclinadas na direção do pilar que sofreu maior recalque

Fonte: Adaptado de Thomaz (2020)

Em se tratando de edificações com estrutura em concreto armado, ao serem identificados sinais de recalques diferenciais nos elementos construtivos adjacentes (alvenarias, esquadrias etc.), se faz necessário verificar a existência manifestações patológicas nos elementos estruturais para que seja possível avaliar a estabilidade e segurança da estrutura. Conforme Bolina, Tutikian e Helene (2019), após a ocorrência de recalque diferencial, verifica-se o surgimento de fissuras nos elementos estruturais, em especial em vigas contínuas, ou seja, apoiadas em mais de um pilar. Tais fissuras se apresentam na extremidade inferior da viga junto ao pilar que recalca, e na superfície superior no extremo oposto da viga, junto aos pilares que não sofreram recalque, conforme demonstra a Figura 7.

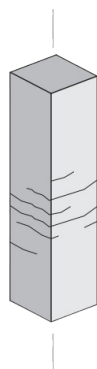
Figura 7 – Fissuras em vigas em decorrência de recalque em pilar



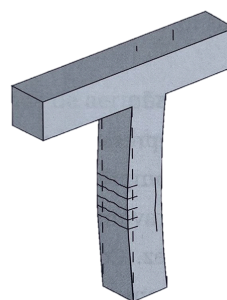
Fonte: Bolina, Tutikian e Helene (2019)

Já nos pilares que sofreram recalque são observadas fissuras de tração e fissuras de flexocompressão nos pilares que absorveram os esforços dos pilares que recalçaram, como se observa na Figura 8.

Figura 8 – Fissuras em pilares



Fissuras de tração



Fissuras de flexocompressão

Fonte: Bolina, Tutikian e Helene (2019)

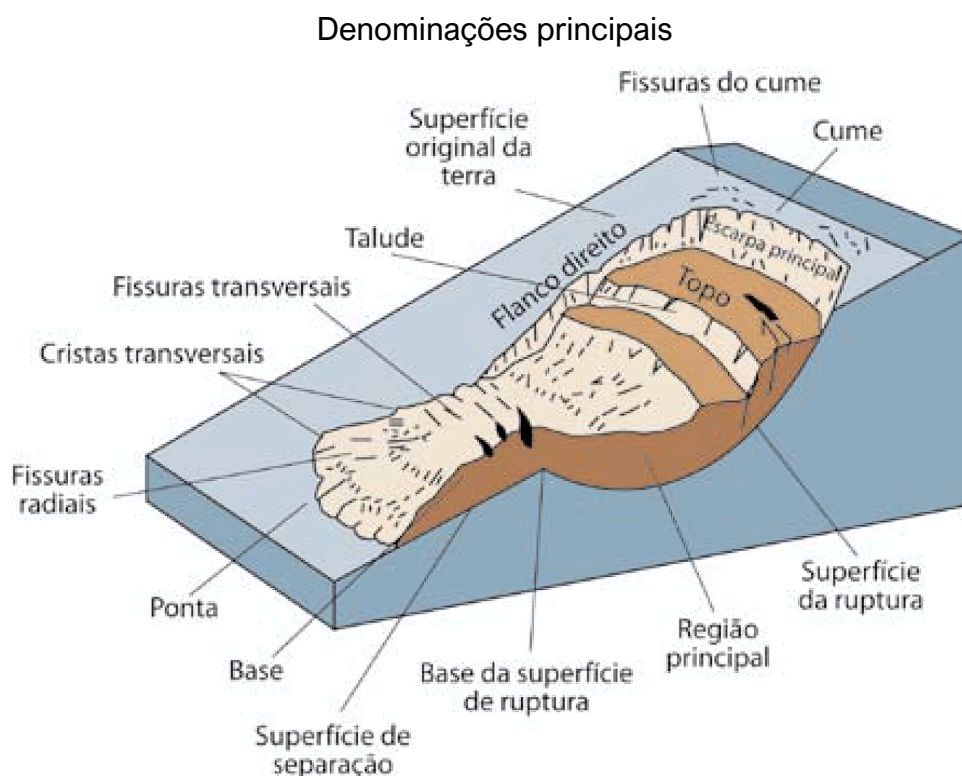
É de fundamental importância identificar se as manifestações patológicas são consequência de fenômenos desencadeados pela inundação ou se decorrem de outros mecanismos, já instaurados antes do evento climático.

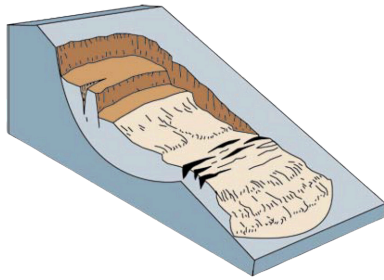
3.4 Deslizamentos de Terra

As chuvas volumosas que antecedem uma inundação podem rapidamente saturar o solo das áreas atingidas, o que em declives consiste na principal causa de deslizamentos de terra. Ou seja, deslizamentos e inundações estão fortemente associados, uma vez que ambos estão relacionados com a precipitação, escoamento e saturação do solo. Outro fator que pode contribuir para a ocorrência de deslizamentos é a erosão regressiva das margens de córregos e rios. Merecem atenção especial taludes mais íngremes, e que sofreram com a retirada de sua vegetação.

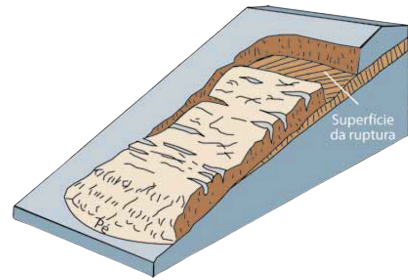
Os deslizamentos podem ser classificados em diferentes tipos em função da forma de movimentação da massa de terra (escorregamento, queda, envergamento, espalhamento, escoamento) e do tipo de material envolvido (solo, rochas). A Figura 9 a apresenta de forma esquemática os principais tipos de deslizamentos (HIGHLAND; BROBOWSKY, 2008).

Figura 9 – Representação esquemática de movimentos de terra

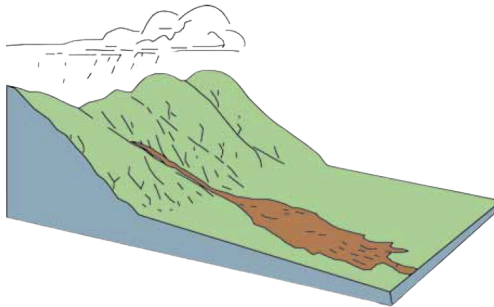




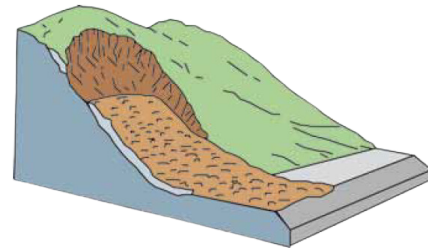
Rotacional



Translacional



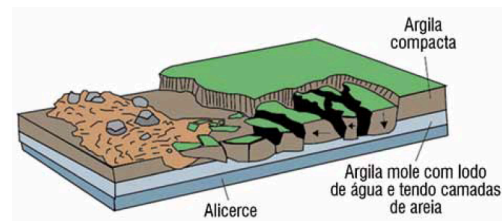
Fluxo de detritos



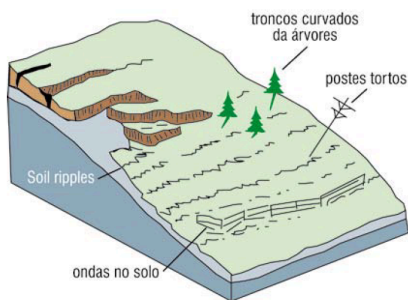
Avalanche de detritos



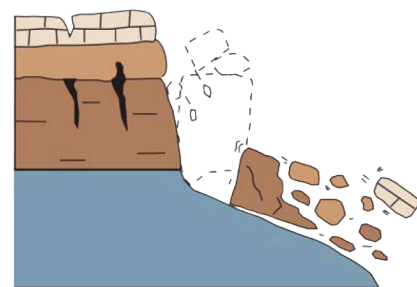
Fluxo de terra



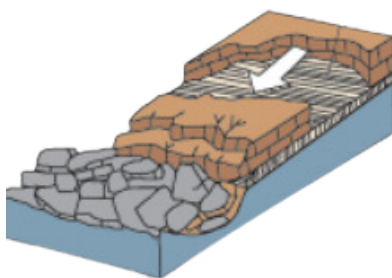
Espalhamento lateral



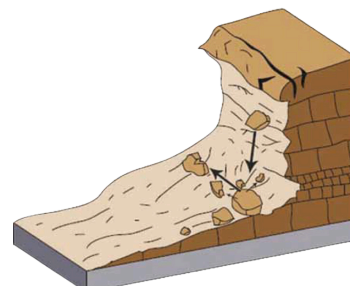
Rastejo



Tombamento



Deslizamento rochoso



Queda rochosa

Fontes: Cruden; Vames, (1998); Highland; Bobrowsky (2008).

Por razões óbvias, movimentos de terra podem afetar edificações construídas em encostas, tanto no cume quanto na base. Os deslizamentos podem desestabilizar ou destruir fundações, paredes e mesmo destruir totalmente a edificação, representando uma situação de grave risco aos ocupantes. Logo, principalmente em edificações localizadas em encostas ou suas proximidades, ainda que a edificação não tenha sofrido nenhum dano direto decorrente da inundação, é fundamental observar se há indícios de deslizamentos, como fissuras localizadas a montante da encosta (Figura 9), e fissuras e/ou elevação de solo a jusante.

Figura 10 – Fissuras em encosta atingida por precipitação intensa



Fonte: Christ (2024)

Caso sejam identificados, estes indícios podem fornecer subsídios para entendimento do tipo de movimento de massa que pode estar ocorrendo e, a partir dessa informação, determinar o grau de risco para as edificações na área em questão. Diante de qualquer indício de deslizamento, é recomendado evacuar as edificações e contatar profissionais especializados em geotecnia para determinar o grau de risco da situação.

3.5 Danos devido a outras condições geológicas

Outros fenômenos geológicos que acompanham as inundações incluem sedimentação e instabilidade do solo, que podem afetar as edificações.

Os sedimentos também podem representar um risco para a integridade estrutural da edificação, ao serem depositados dentro ou fora da edificação. Quando da presença de grandes volumes de sedimentos, elementos como lajes ou paredes podem ser submetidas a carregamentos não previstos, comprometendo sua estabilidade.

3.6 Instalações elétricas

As instalações elétricas, em particular, representam um grave risco à segurança após uma inundação, devido à sua vulnerabilidade à água e à possibilidade de causar acidentes.

Após uma inundação, o risco de eletrocussão (morte provocada por descarga elétrica) aumenta exponencialmente. A água, que pode ser condutiva devido à presença de sais, minerais e outros contaminantes, facilita a passagem da corrente elétrica. Qualquer contato com componentes elétricos energizados, mesmo que apenas parcialmente submersos ou úmidos, pode resultar em choques elétricos graves ou fatais. Este risco é particularmente elevado em áreas onde o corte de energia elétrica não foi imediatamente possível ou onde os sistemas de desligamento automático falharam.

Posteriormente, é cabível verificar o aspecto geral das instalações elétricas da edificação, uma vez que o desempenho de aparelhos elétricos está intimamente relacionado com a forma como a corrente elétrica consegue fluir através de seus componentes. Quando esses componentes são contaminados com água, lama, poeira ou outras impurezas, a corrente elétrica encontrará dificuldades para fluir e atingir o valor necessário para o funcionamento do aparelho. Quando isso ocorre, além da perda de desempenho, a instalação está exposta a riscos como superaquecimento.

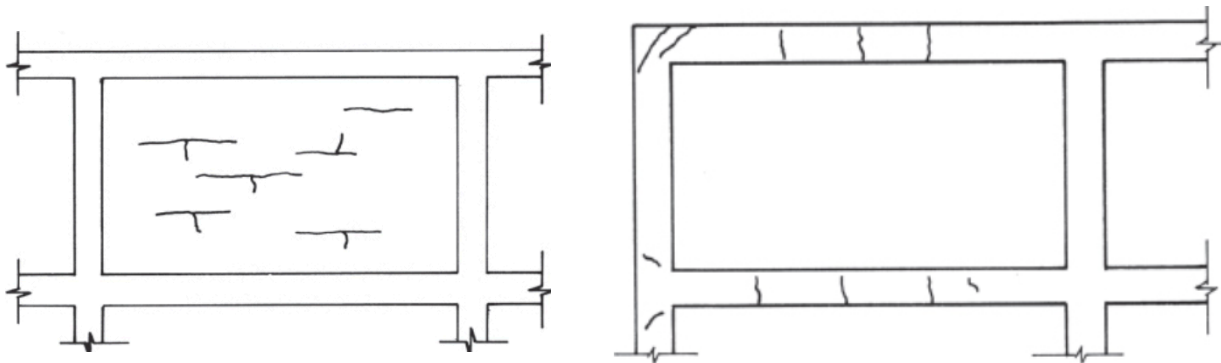
Antes de realizar qualquer inspeção, é fundamental verificar se as instalações elétricas estão de fato desligadas.

3.7 Danos devido a movimentações higroscópicas

Conforme Thomaz (2020), as mudanças no teor de umidade dos materiais de construção podem provocar variações dimensionais, sendo que essas movimentações podem vir a ocasionar manifestações patológicas. O aumento do teor de umidade produz uma expansão do material, enquanto a diminuição provoca sua contração.

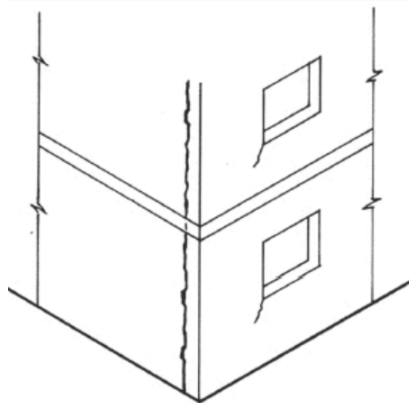
Fissuras causadas por movimentações higroscópicas apresentam configuração parecida com as observadas em função de variações térmicas. A Figura 11 demonstra perfis típicos de fissuras que indicam variações volumétricas decorrentes da variação do teor de umidade dos materiais de construção. A extensão e abertura das fissuras pode variar em função das propriedades higroscópicas e térmicas dos materiais.

Figura 11 – Fissuras causadas por movimentações higroscópicas



Fissuras na alvenaria, decorrentes da expansão dos blocos

Fissuras nos elementos estruturais, que podem sofrer tensões de tração por conta da expansão da alvenaria



Fissuras verticais na alvenaria, no canto da edificação, causada pela expansão dos blocos por absorção de umidade

Fontes: Stubbs; Putterill, (1972); Thomaz (2020)

4. Procedimento para avaliação de edificações pós inundação

As inspeções pós-inundação têm múltiplos objetivos:

- **Avaliação de segurança imediata:** Determinar se as estruturas estão seguras para uso ou se requerem evacuação.
- **Avaliação da segurança e desempenho ao longo do uso:** Avaliar os danos visíveis e ocultos que podem afetar a integridade a longo prazo da edificação.
- **Planejamento de reparos e reforços:** Definir as intervenções necessárias para restaurar a segurança e funcionalidade das estruturas.
- **Documentação para recuperação e seguros:** Coletar evidências necessárias para processos de seguro e futuras auditorias de recuperação.

De acordo com Lichtenstein (1985), o processo de avaliação e correção de manifestações patológicas compreende três etapas:

- **Levantamento de dados:** consiste em acumular e organizar as informações necessárias e suficiente para o entendimento dos fenômenos;
- **Diagnóstico:** entender os fenômenos, identificando as múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico;
- **Definição de conduta:** prescrever a solução do problema, especificando todos os insumos necessários, e prever e acompanhar a real eficiência da solução proposta.

Considerando os subsídios apresentados na Seção 2, os itens a seguir fornecem um roteiro para execução destas etapas para que seja possível verificar as condições de segurança das edificações que sofreram danos em função de inundações.

4.1. Segurança em inspeções após inundações

A segurança durante inspeções de edificações após inundações é de vital importância para garantir tanto a integridade dos profissionais quanto a eficácia do processo de avaliação. Sendo assim, devem ser adotadas práticas para conduzir inspeções seguras, incluindo o uso adequado de equipamentos de proteção individual, a avaliação prévia dos riscos associados ao local inspecionado, e as estratégias para identificar e mitigar perigos potenciais. A abordagem proativa em segurança é essencial para prevenir acidentes e assegurar que as estruturas sejam avaliadas de maneira eficiente e eficaz.

4.2 Avaliação preliminar de riscos

Antes de chegar ao local, o profissional deve revisar informações detalhadas sobre a extensão da inundação, tipo de estrutura, materiais de construção envolvidos e relatos de danos. Essa análise inicial ajuda a preparar o profissional para os perigos específicos do local e a identificar a necessidade de equipamentos ou apoio técnico especializado. A natureza destas inspeções requer cuidados para garantir que tanto a estrutura quanto o profissional estejam protegidos de riscos adicionais.

Os profissionais devem estar equipados com EPIs adequados, que incluem:

- **Capacete de segurança:** para proteção contra impactos de objetos em queda e escombros.
- **Vestuário de alta visibilidade resistente a perfurações:** essencial para visibilidade em locais com muitos trabalhadores e equipamentos pesados.
- **Botas de segurança com biqueira de aço:** proteção contra perfurações e escorregamentos.
- **Luvas de nitrilo:** para proteção contra cortes e produtos químicos.
- **Equipamento de proteção respiratória:** caso necessário, selecionado com base nos contaminantes específicos identificados na avaliação de risco.

Se possível, pode-se proceder com uma inspeção visual utilizando binóculos ou drones antes de acessar a área ou local da inspeção, procurando identificar se é possível realizar a inspeção com segurança. Verifique se no entorno da edificação há:

- Linhas de energia derrubadas;
- Árvores inclinadas, quebradas ou caídas;
- Dutos de gás ou outros fluídos danificados;
- Animais deslocados de seus habitats, como cobras e outros animais peçonhentos.

É fundamental que os profissionais que farão a inspeção possuam conhecimento técnico atualizado sobre normas de projeto e execução dos sistemas construtivos que compõe as edificações a serem inspecionadas.

Sempre que possível, é importante determinar protocolos de emergência, visando o auxílio e/ou resgate do profissional ou equipe de inspeção. Para isso, pode-se estabelecer:

- **Plano de evacuação:** estabelecer e revisar rotas de evacuação e pontos de encontro seguros.
- **Comunicação:** manter um canal de comunicação aberto com a equipe de suporte e outros profissionais no local.
- **Primeiros socorros e kit de emergência:** incluir kits de primeiros socorros e suprimentos de emergência como parte do equipamento padrão.

Na medida do possível, é desejável que as inspeções sejam conduzidas por ao menos dois profissionais.

4.3 Procedimento de inspeção

A seguir é descrito o procedimento que pode ser adotado para avaliar a segurança de edificações danificadas pela inundação, de modo a verificar se a mesma apresenta condição segura para sua utilização, de uso restrito ou inseguro. A avaliação consiste em um exame visual do exterior e interior de uma edificação, através das etapas descritas a seguir.

1ª Etapa: levantamento de informações - anamnese

Na medida do possível, reúna o maior número possível de informações:

- Sistemas construtivos empregados na edificação (concreto armado, alvenaria estrutural, madeira);
- Tipo de fundação (rasa, profunda);
- Idade da edificação;
- Características do solo do local;
- Cota de elevação da inundação;
- Se ainda na presença de água, qual a profundidade, direção e velocidade do fluxo, presença de detritos e se houve erosão no solo.

É muito importante, durante a anamnese, identificar se a edificação apresentava manifestações patológicas anteriormente à inundação, de modo a ser possível quantificar os danos decorrentes dos efeitos da inundação.

É imprescindível verificar se a alimentação de energia elétrica está desligada.

2ª Etapa: avaliação externa da edificação

Ao chegar no local, a inspeção pode ser iniciada fazendo uma avaliação visual pelo exterior da edificação.

2.1 - Verifique se a edificação está localizada próximo a encostas. Se estiver, verifique no solo se há indícios de risco de deslizamento.

2.2 - Observe a geometria da edificação e sua orientação em relação a direção do fluxo da água, pois quanto maior for a superfície submetida às ações horizontais decorrentes do fluxo da água, maior será a probabilidade de haver danos nos elementos construtivos localizados na(s) face(s) atingida pelo fluxo da água.

2.3 - Ao examinar a área externa, verifique se há sinais de erosão do solo. Se houver, meça, ou estime, a profundidade de erosão. Procure identificar se há processos erosivos ocorrendo em toda a área do entorno da edificação, não restringindo a avaliação apenas ao seu lote. Caso a instabilidade do solo tenha afetado edificações vizinhas, pode ser prudente considerar que a edificação objeto da inspeção possa vir a ser afetada.

2.4 - Antes de acessar a edificação, verifique se há sinais visíveis de falhas na conexão entre supraestrutura e as fundações. Verifique se há deslocamentos horizontais nas paredes e se houve deslocamentos no piso da edificação. Verifique se a fachada apresenta elementos construtivos com risco de quedas e considere a possibilidade de desabamento da edificação. Considere olhar para o interior da edificação pelas janelas, antes de entrar. **Não entre em edificações inseguras.**

2.5 - Observe se há sinais que indiquem recalques diferenciais das fundações: fissuras nos elementos estruturais (pilares, vigas, lajes) e elementos estruturais adjacentes. Verifique se há deslocamentos horizontais (edificação ou elementos “inclinados”) ou mesmo verticais (pilares que “afundaram”).

3ª Etapa: inspeção da estrutura

Após assegurar-se das condições de segurança para a inspeção, verifique o sistema estrutural da edificação.

3.1 - Verifique as marcas deixadas pela água nas paredes para determinar a profundidade da inundação que atingiu a edificação.

3.2 - Inspeccione os elementos estruturais da edificação: inicie pelas fundações, se estiverem visíveis. Caso estejam expostos, examine os elementos de fundação de modo a verificar se o solo abaixo e ao redor deles foi removido pelo fluxo da água, ou adensou em função da saturação advinda da inundação.

3.3 - Depois, inspeccione os pilares, em se tratando de estrutura de concreto armado/metálica/madeira, ou paredes, caso o sistema construtivo seja alvenaria estrutural. Verifique se os pilares apresentam deslocamento vertical (o que pode ser decorrente de um recalque diferencial), lateral (em função de ações hidrodinâmicas ou recalque) e fissuras (por conta das ações hidrodinâmicas). Caso observar essas manifestações patológicas, meça os deslocamentos e aberturas de fissuras e compare com os valores indicados nas Tabelas 1, 2 e 4. Em seguida, inspeccione, vigas e lajes.

3.4 – Verifique se há **deslocamentos excessivos** e **fissuras** nos elementos estruturais. Utilize dispositivos de apoio como trenas metálicas ou a laser, níveis a laser e fissurômetro. Ao se deparar com estas manifestações patológicas, confronte-as com os limites admissíveis expostos na Tabela 2 Tabela 4. Dê atenção especial para os elementos construtivos perpendiculares ao fluxo da água.

3.5 - Inspeção os **elementos em balanço** (sacadas, vigas, lajes) pois o desabamento destes elementos pode oferecer grandes riscos. Verifique se há deslocamentos (vertical) e fissuras, especialmente na face superior destes elementos.

3.6 - Verifique a estabilidade de escadas, rampas ou outros acessos a pavimentos acima do nível térreo da edificação. Muitas vezes os elementos estruturais encontram-se “escondidos” junto aos elementos construtivos adjacentes, por questões arquitetônicas/estéticas. Procure por locais da edificação em que seja possível visualizar os elementos estruturais, como acima de forros rebaixados. Outros locais onde o sistema estrutural estará visível são garagens, porões e áreas técnicas.

3.7 - Caso haja sedimentos por sobre lajes, determine a altura desse sedimento. É prudente que lajes que estejam cobertas com mais de 30 cm de sedimentos sejam avaliadas quando a sua integridade estrutural antes de ser considerada segura para os trabalhos de limpeza e ocupação da edificação. Considerando a condição saturada do solo, as fundações da edificação podem ser afetadas por excesso de carregamento.

Em caso de não identificação de danos estruturais que ofereçam risco à integridade da edificação, a mesma pode ser considerada segura. Caso seja observado dano estrutural em apenas um ou alguns elementos, pode-se avaliar a possibilidade de restringir a área no entorno deste elemento, providenciando o suporte necessário (exemplo: escoramento) para que se possa acessar a área restante da edificação. Neste caso, a edificação deve ser classificada como de uso restrito. Em caso de danos estruturais que ofereçam risco à estabilidade da estrutura, a edificação deve ser classificada como insegura.

4ª Etapa: inspeção dos elementos construtivos não estruturais

Após avaliar a estrutura da edificação, inspeção os elementos construtivos adjacentes, sem função estrutural: paredes (de vedação), revestimentos, e sistema de cobertura.

4.1 – Verifique se as paredes sofreram danos e quais manifestações patológicas apresentam. Se identificadas fissuras ou outros sinais, consulte a Figura 3 e a Figura 7 para identificar se estes sinais indicam problemas estruturais, como recalque de fundação, ou problemas não estruturais, como deformações higroscópicas.

4.2 – Ainda que possuam função de vedação, as paredes podem apresentar fissuras em função de deslocamentos da estrutura, como recalques diferenciais (Figura 5).

4.3 – Verifique se as fachadas da edificação apresentam falhas em seus revestimentos (argamassado; pastilhas cerâmicas). Busque por sinais que possam indicar que há risco de deslocamento de elementos da fachada, o que pode oferecer grandes riscos.

4.4 - Verifique outros elementos que podem apresentar risco de queda, como chaminés e parte do telhado.

4.5 - Verifique se os guarda-corpos foram afetados pela ação das forças hidrodinâmicas da água. Determine se há deslocamento horizontal ou se houve algum dano no sistema de fixação do guarda-corpo junto ao elemento estrutural de suporte, de modo a garantir a segurança da ocupação destes espaços.

4.6 – Verifique se há manifestações patológicas nos sistemas de piso (exemplo: destacamento de piso cerâmico). Pode ser possível que o sistema de piso tenha sofrido com afundamento (em nível térreo) ou deslocamento vertical (flecha, em lajes acima do pavimento térreo) que podem indicar problema estrutural não identificado na inspeção da estrutura.

4.7 - Verifique se os equipamentos de detecção e proteção contra incêndio foram danificados, caso existam. A depender do uso e porte da edificação, pode ser necessário restringir seu uso.

4.8 - Em se tratando de edificações industriais, procure por derramamentos ou vazamentos de produtos químicos e outros materiais perigosos. Nestes casos, é pertinente buscar por amparo técnico especializado.

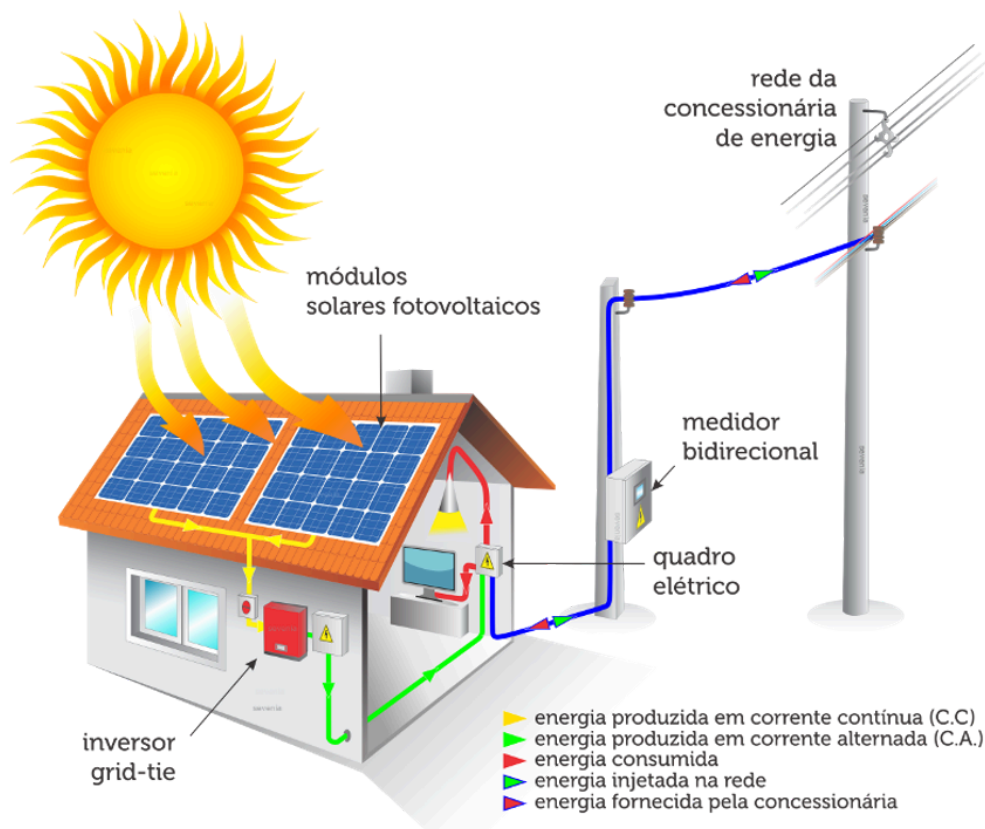
É fundamental distinguir manifestações patológicas, como fissuras, de ordem estrutural ou de origem higrotérmica, de modo a concluir se as manifestações observadas incorrem em risco à edificação e seus ocupantes.

5ª Etapa: inspeção das instalações elétricas

Ainda que a inspeção das instalações elétricas possa ocorrer posteriormente à inspeção da estrutura e outros elementos da edificação, é importante lembrar que é imprescindível se certificar que o fornecimento de energia está desligado, ou se estiver ligado, que se pode inspecionar as instalações elétricas de forma segura. Sempre que possível, é recomendado que a inspeção das instalações elétricas seja realizada por engenheiro eletricista ou acompanhada de técnico em eletricidade.

5.1 – Verifique se a o fornecimento de energia elétrica está desligado. Em edificações com sistema de energia solar, diferentemente daquelas abastecidas via rede tradicional em que o fornecimento de energia é interrompido diante da inundação, os painéis solares continuam a receber incidência solar durante o dia, de modo que podem continuar gerando energia elétrica e transmitindo-a por ao menos um trecho das instalações. Nestes casos, devem ser observados os passos 5.2 a 5.5.

Figura 12 – Diagrama esquemático de sistema fotovoltaico



Fonte: Luz Solar (2017)

5.2 - Caso haja necessidade acessar a edificação ainda inundada, é imprescindível cortar o circuito elétrico desconectando os cabos diretamente no painel solar, o que deve ser feito caso seja possível acessar os painéis de forma segura.

5.3 - Deve-se desligar o disjuntor da caixa que protege os condutores de ligação entre o painel e o inversor (*stringbox*) e desligue o inversor pelo botão giratório, normalmente localizado na parte inferior.

5.4 - Desligue o disjuntor de ligação do inversor com a rede elétrica da casa.

5.5 - Oriente o proprietário ou responsável pela edificação a contratar um profissional habilitado para fazer a manutenção do equipamento, verificando os danos decorrentes da inundação.

Se possível, é recomendado que se faça a inspeção em momento que não exista radiação solar, de modo que seja possível se aproximar, de forma segura, até o inversor e fazer o seu desligamento, uma vez que, na ausência de radiação solar, a tensão será nula.

5.6 – Na edificação, o primeiro passo é verificar o quadro de medição e **desligar o disjuntor de alimentação geral**, caso os ocupantes não o tenham desligado antes de deixar a edificação. Ainda assim, é recomendado que, para inspecionar as instalações elétricas, se esteja munido de chave teste ou outro dispositivo para confirmar que as instalações não estão energizadas.

5.7 - Com o disjuntor de alimentação geral desligado, deve-se inspecionar o quadro de distribuição. **Não se deve ligar os disjuntores ao acessar a edificação**, já que eles podem estar em curto-circuito. Neste momento é necessário confirmar a altura que a água alcançou no interior da edificação e se o quadro de distribuição ficou submerso, ainda que parcialmente.

5.8 - Se o quadro entrou em contato com a água, é recomendado os disjuntores sejam trocados. Estes dispositivos possuem partes metálicas móveis em seu interior, suscetíveis a oxidação em caso de ficarem submersos, o que pode comprometer o seu funcionamento deixando seus condutores sem proteção a sobrecargas ou curtos-circuitos, o que pode vir a ocasionar um incêndio. Vale o mesmo para o dispositivo diferencial residual (DR) e o dispositivo de proteção contra surtos (DPS).

5.9 - Ao verificar o barramento, deve-se verificar se houve oxidação nos pontos de contato e na interface de conexão com o disjuntor. Pode-se utilizar posteriormente uma mistura de solvente e gás propelente, a base de éter, nafta e dimetil éter para remoção de impurezas nos componentes elétricos, comercialmente chamado de “limpa contatos”. Também pode-se fazer um reaperto nesse barramento.

5.10 - Em caso de a edificação ter ficado parcial ou totalmente submersa, para que seja possível voltar a utilizar as instalações elétricas será necessário que os eletrodutos estejam secos e limpos em seu interior.

5.11 - Ainda em casos de a edificação ter ficado submersa, diante da impossibilidade de realização de ensaio adequado para avaliação da integridade e funcionamento dos condutores, é recomendado que os condutores (que ficaram submersos) sejam substituídos, uma vez que o contato prologado com a água pode ocasionar prejuízos a capacidade de isolamento do condutor.

A inspeção pode ser realizada com auxílio do **Formulário para Inspeção de Edificação Após Inundação**, disponibilizado a seguir. Após a inspeção, a edificação pode ser sinalizada com placas indicando sua condição atual de segurança (insegura, de uso restrito ou segura). A seguir são disponibilizados modelos para as placas de sinalização.

FORMULÁRIO PARA INSPEÇÃO DE EDIFICAÇÕES APÓS INUNDAÇÕES

Identificação do profissional

Nome do inspetor _____ Telefone () _____
 Registro profissional _____ CREA CAU
 Data da inspeção _____ E-mail _____

Identificação da edificação

Endereço _____ nº _____ Compl. _____
 Bairro _____ Cidade _____

Tipo de edificação

Residencial Comercial Escolar Industrial Outro _____

Dimensões	Idade	Tipo de estrutura	Vedações
Área _____ m ²	<input type="checkbox"/> <1925	<input type="checkbox"/> Concreto armado	<input type="checkbox"/> Blocos cerâmicos
Nº de pavimentos _____	<input type="checkbox"/> 1925 - 1975	<input type="checkbox"/> Alvenaria estrutural	<input type="checkbox"/> Blocos de concreto
	<input type="checkbox"/> 1975 - 1985	<input type="checkbox"/> Estrutura metálica	<input type="checkbox"/> Parede de concreto
Nº de subsolos _____	<input type="checkbox"/> 1985 - 2000	<input type="checkbox"/> Madeira	<input type="checkbox"/> Drywall
	<input type="checkbox"/> >2000	<input type="checkbox"/> Steel Frame	<input type="checkbox"/> Madeira
	<input type="checkbox"/> Desconhecida	<input type="checkbox"/> Outro: _____	<input type="checkbox"/> Outro: _____

Fundações	Rasas	Profundas	Tipo de solo
<input type="checkbox"/> Rasas	<input type="checkbox"/> Sapata isolada	<input type="checkbox"/> Estaca escavada	<input type="checkbox"/> Argiloso
<input type="checkbox"/> Profundas	<input type="checkbox"/> Sapata corrida	<input type="checkbox"/> Estaca pré-fabricada	<input type="checkbox"/> Arenoso
<input type="checkbox"/> Mista	<input type="checkbox"/> Radier	<input type="checkbox"/> Estaca raiz	<input type="checkbox"/> Siltoso
<input type="checkbox"/> Outro: _____	<input type="checkbox"/> Desconhecido	<input type="checkbox"/> Estaca strauss	<input type="checkbox"/> Rochas
	<input type="checkbox"/> Outra	<input type="checkbox"/> Desconhecida	<input type="checkbox"/> Desconhecido
		<input type="checkbox"/> Outra: _____	<input type="checkbox"/> Outro: _____

Responsável pela edificação _____

Telefone () _____ E-mail _____

Proprietário Inquilino Outro _____

Informações adicionais

Inspeção - Riscos externos

Riscos potenciais externos	Nenhum	Moderado	Grave
1. Instabilidade de terra acima	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Instabilidade de terra abaixo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Elevação do nível d'água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Outro _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Inspeção - Danos na edificação

Estruturais	N/A	Nenhum	Moderado	Grave	Comentários
1. Fundações	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Pilares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Vigas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Lajes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Paredes EST	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. Cobertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Vedações verticais	N/A	Nenhum	Moderado	Grave	Comentários
1. Fchadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Paredes internas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Revestimentos externos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Revestimentos internos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Esquadrias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Sistema de cobertura	N/A	Nenhum	Moderado	Grave	Comentários
1. Telhas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Tesouras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Terças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Caibros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Chaminés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Instalações elétricas	N/A	Nenhum	Moderado	Grave	Comentários
1. Fornecimento de energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. Painéis solares	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. Disjuntores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. Fiação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. Tomadas e interruptores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
6. Luminárias e lâmpadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Resumo da inspeção

Danos observados	Orientações após inspeção
Leves ou sem danos	<input type="checkbox"/> Acesso liberado: edificação pode ser utilizada
Danos moderados	<input type="checkbox"/> Acesso restrito: apenas parte da edificação pode ser utilizada
	<input type="checkbox"/> Acesso restrito: apenas entrada por curto período de tempo
Danos graves	<input type="checkbox"/> Entrada proibida: em função de riscos externos
	<input type="checkbox"/> Entrada proibida: edificação com danos graves

Abrangência da inspeção

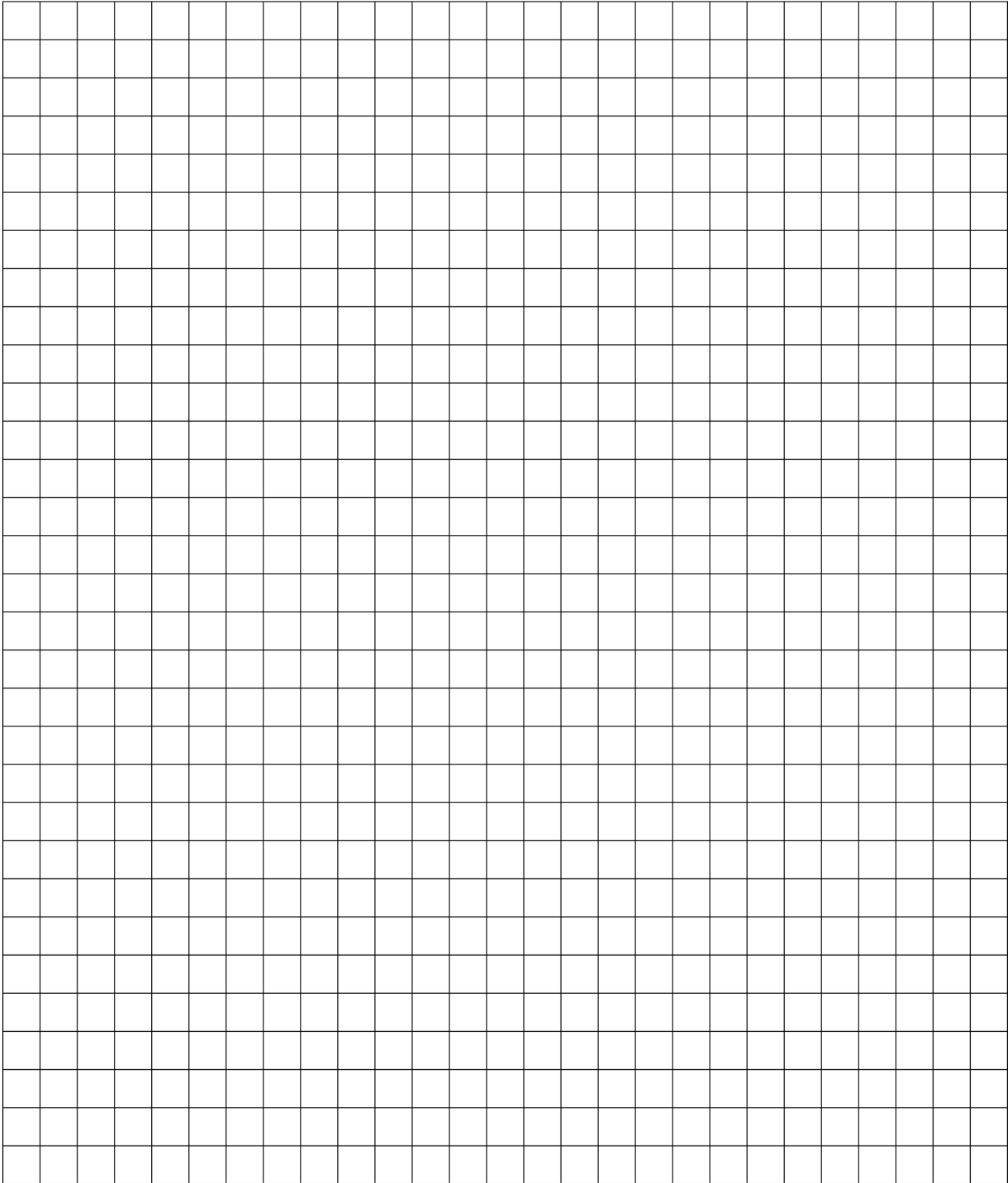
Área externa	<input type="checkbox"/> Parcial
	<input type="checkbox"/> Completa
Área interna	<input type="checkbox"/> Parcial
	<input type="checkbox"/> Completa

Assinatura do inspetor

Sugestões de ações futuras

Anotações

Croqui/desenhos



EDIFICAÇÃO SEGURA

SEM RESTRIÇÕES DE ACESSO

Nome, endereço e responsável da edificação _____

Contato do responsável pela edificação _____

Nome do inspetor _____ Data _____ Contato _____

Esta edificação foi inspecionada visualmente

Apenas exterior Exterior e interior

A partir de uma inspeção visual nesta edificação:

- Não foram identificados problemas estruturais aparentes
- Isso não significa que a edificação não apresente qualquer risco a segurança dos usuários
- Não está descartada a necessidade futura de avaliações mais mais aprofundadas, com ensaios experimentais
- Novas inundações ou temporais podem alterar essa classificação

Foram inspecionados

- Estrutura (fundações, pilares, vigas, lajes, paredes)
- Sistemas construtivos adjacentes não estruturais (paredes, pisos, esquadrias, revestimentos, cobertura)
- Instalações elétricas

O(s) proprietário(s) ou responsável(is) pela edificação devem providenciar:

- Devem providenciar profissionais devidamente habilitados para realização de inspeção mais aprofundada, se necessário
- Informar as autoridades se encontrarem algo que represente perigo

NÃO REMOVA ESSA SINALIZAÇÃO

ACESSO RESTRITO

APENAS PARA PARTE(S) DA EDIFICAÇÃO

ACESSO SOMENTE POR CURTO PERÍODO DE TEMPO

Nome, endereço e responsável da edificação _____

Contato do responsável pela edificação _____

Nome do inspetor _____ Data _____ Contato _____

Esta edificação foi inspecionada visualmente

Apenas exterior Exterior e interior

A partir de uma inspeção visual nesta edificação:

- Este edifício sofreu danos; sua segurança estrutural é questionável
- Entre apenas acompanhado de autoridades de resgate e salvamento, em caso de extrema necessidade
- Novas inundações ou temporais podem alterar essa classificação

Foram inspecionados

- Estrutura (fundações, pilares, vigas, lajes, paredes)
- Sistemas construtivos adjacentes não estruturais (paredes, pisos, esquadrias, revestimentos, cobertura)
- Instalações elétricas

Descrição da(s) área(s) inseguras, em caso de acesso restrito à apenas parte da edificação: _____

NÃO REMOVA ESSA SINALIZAÇÃO

EDIFICAÇÃO INSEGURA

ENTRADA PROIBIDA

Esta edificação está em risco devido a um fator externo

Esta edificação sofreu danos estruturais graves

Nome, endereço e responsável da edificação _____

Contato do responsável pela edificação _____

Nome do inspetor _____ Data _____ Contato _____

Esta edificação foi inspecionada visualmente

Apenas exterior Exterior e interior

A partir de uma inspeção visual nesta edificação:

- Esta edificação não apresenta condições mínimas de segurança, em função de fatores externos e/ou de danos estruturais que sofreu por conta da inundação

Foram inspecionados

- Estrutura (fundações, pilares, vigas, lajes, paredes)
- Sistemas construtivos adjacentes não estruturais (paredes, pisos, esquadrias, revestimentos, cobertura)
- Instalações elétricas

Descrição do perigo observado

NÃO REMOVA ESSA SINALIZAÇÃO

5. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em 23 de maio de 2024.

AMAZON WEB SERVICES (AWS). Disponível em: <https://registry.opendata.aws/terrain-tiles/>. Acesso em 23 de maio de 2024.

APPLIED TECHNOLOGY COUNCIL. **Field manual: safety evaluation of buildings after wind-storms and floods**. Redwood City, CA: ATC, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16280**: Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos. Rio de Janeiro, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16747**: Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16868**: Alvenaria estrutural. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas de vedações verticais. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

BOLINA, F.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia de estruturas**. São Paulo: PINI, 2019.

CASTRO, A.L.C. **Glossário de defesa civil, estudos de riscos e medicina de desastres**. 2a.ed. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 283 p., 1998.

CHRIST, Roberto. Acervo do Professor Dr. Roberto Christ - Unisinos. 2024.

Correio Braziliense. Vídeo: casa é arrastada pela força da enchente no RS. **Correio Braziliense**, 17 maio 2024. Disponível em: <https://www.correio braziliense.com.br/brasil/2024/05/6849373-video-casa-e-arrastada-pela-forca-da-enchente-no-rs.html>. Acesso em: 17 maio 2024.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em: <https://defesacivil.rs.gov.br/inicial>. Acesso em 23 de maio de 2024.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **Rapid post disaster building usability assessment – flooding: field guide**. Washington, D.C.: FEMA, 1995.

GAUTAM, D., ADHIKARI, R., GAUTAM S. et al. Unzipping flood vulnerability and functionality loss: tale of struggle for existence of riparian buildings. **Nat Hazards** 119, 989–1009 (2023).

GEOSYNTHETICS SOCIETY. IGS TC2-01: Hydraulic failure modes. 2021. Disponível em: <https://library.geosyntheticssociety.org/wpcontent/uploads/resources/proceedings/122021/IGS%20TC2-01.pdf>. Acesso em: 14 maio 2024.

GERSCOVICH, Denise. Estabilidade de taludes. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

G1. Casa levada por enchente vai parar em cima de outro imóvel em São Jerônimo. G1, 17 maio 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/17/casa-levada-por-enchente-vai-parar-em-cima-de-outro-imovel-em-sao-jeronimo.ghtml>. Acesso em: 17 maio 2024.

H2OJE. Disponível em <https://www.h2oje.com/ciencia-e-saude/>

JONOV, Cristiane Machado Parisi; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; SILVA, Adriano de Paula e. Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação. *Ambiente Construído*, v. 13, n. 1, p. 103-119, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000100006>.

KARIYAWASAM, K.; NANAYAKKARA, S.; HALWATURA, R. Impact of flood-induced scour on bridge stability: a case study. **Journal of Bridge Engineering**, [S.l.], v. 25, n. 9, art. 04020062, 2020. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29BE.1943-5592.0001593>. Acesso em: 14 maio 2024.

KELMAN, I; SPENCE, R. **An overview of flood actions on buildings**. **Engineering Geology**, Volume 73, Issues 3–4, 2004, Pages 297-309, ISSN 0013-7952, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.01.010>.

LUZ SOLAR. 2017. Disponível em: <https://luzsolar.com.br/como-funciona-o-sistema-fotovoltaico/>. Acesso em 24 de maio de 2024.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Minimizing roadway embankment damage from flooding**. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2021. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/25788/minimizing-roadway-embankment-damage-from-flooding>. Acesso em: 14 maio 2024.

NEXO Jornal Digital. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/grafico/2024/05/08/chuva-rio-grande-do-sul-enchente-tragedia-em-mapas>. Acesso em 23 de maio de 2024.

PIORI, Alberto Fio. **Estabilidade de taludes**: exercícios práticos. São Paulo: Editora Terra, 2010.

PRENDERGAST, L. J.; GAVIN, K. The assessment of bridge foundation stability against scour. **Engineering Structures**, [S.l.], v. 81, p. 207-215, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029614005467>. Acesso em: 14 maio 2024.

SBT News. Inquérito do MPF quer apurar responsabilidades de enchentes no RS. **SBT News**, 17 maio 2024. Disponível em: <https://sbtnews.sbt.com.br/noticia/brasil/259335-inquerito-do-mpf-quer-apurar-responsabilidades-de-enchentes-no-rs>. Acesso em: 17 maio 2024.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1995.

